

Analisis Hubungan Environmental Sound Noise Terhadap Kondisi Lingkungan Perairan di Perairan Selat Lombok, Nusa Tenggara Barat

Mochamad Rafif Rabbani^{1*}, Denny Nugroho Sugianto¹, Teguh Arif Pianto², Gentio Handoyo³

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

²Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah Badan Riset dan Inovasi Nasional Gedung 820 Geotech,
Jl. Kw. Puspitpek, Muncul, Kecamatan Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15314 Indonesia

³Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
Kawasan Indonesia Peace and Security Center (IPSC) Sentul Bogor Jawa Barat Indonesia
Email: rafifrabani15@gmail.com

Abstrak

Perairan Selat Lombok merupakan salah satu perairan di Indonesia yang memiliki manfaat yang penting bagi masyarakat sekitar dan dinamika Oseanografi yang kompleks seperti noise. Akustik Tomografi Pantai merupakan salah satu teknologi yang mampu merekam gangguan lingkungan sekitar atau noise. Alat ini telah dipasang di 3 lokasi di Perairan Selat Lombok dengan keluaran data berupa data *Read After Write* (RAW) dan *Environmental Sound Nois* (ESN). Data ESN digunakan untuk monitoring kondisi lingkungan di sekitar transduser dengan hanya melakukan proses receive tanpa adanya proses transmit. Data dari stasiun akustik tomografi kemudian dikonversikan menggunakan software MATLAB dengan satuan Standar Deviasi ESN. Perbandingan nilai ESN dilakukan untuk mengamati bentuk lingkungan di sekitar alat transduser dengan menggunakan 3 variabel pembanding yaitu kecepatan angin, curah hujan, dan tinggi gelombang signifikan. Pengolahan menggunakan analisis regresi polinomial dan *Principal Components Analysis* (PCA). Hasil menunjukkan bahwa nilai regresi pada bulan Desember jauh lebih besar dibandingkan pada bulan Januari di ketiga stasiun. serta verifikasi model terhadap tinggi gelombang menunjukkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sekitar 0.75 m hingga 0.78 m. Adanya banyak faktor yang sangat kompleks mempengaruhi nilai ESN diperlukan studi lebih lanjut.

Kata kunci: angin, curah hujan, *environmental sound noise*, selat lombok, tinggi gelombang signifikan

Abstract

Analysis of the Relationship between Environmental Sound Noise and Water Environmental Conditions in the Lombok Strait, West Nusa Tenggara

The waters of the Lombok Strait are one of the waters in Indonesia that have important benefits for the surrounding community and complex oceanographic dynamics such as noise. Coastal Acoustic Tomography is a technology that is able to record environmental disturbances or noise. This tool has been installed in three locations in the Lombok Strait waters, with data output in the form of read-after-write (RAW) and environmental sound noise (ESN) data. ESN data is used to monitor environmental conditions around the transducer by only carrying out the receive process without any transmit process. Data from the acoustic tomography station was then converted using MATLAB software with ESN Standard Deviation units. A comparison of ESN values was carried out to observe the shape of the environment around the transducer using three comparison variables, namely wind speed, rainfall, and significant wave height. Processing uses polynomial regression analysis and principal components analysis (PCA). The results show that the regression value in December is much greater than in January at all three stations. and model verification of wave height shows a root mean square error (RMSE) value of around 0.75 m to 0.78 m. The existence of many very complex factors influencing the ESN value requires further study.

Keywords: wind, rainfall, *environmental sound noise*, lombok strait, significant wave height

PENDAHULUAN

Selat Lombok merupakan salah satu perairan di Indonesia yang terletak di antara pulau Bali dan Lombok. Selat Lombok menjadi salah satu pintu keluar dari Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) (Abida *et al.*, 2015), terdapat fenomena gelombang laut yang cukup tinggi, *Ambient Noise* (Sarjan *et al.*, 2021) dan lain-lain, sehingga Selat Lombok menjadi salah satu perairan yang banyak akan fenomena Oseanografi.

Menurut Carey dan Evans (2011), *Ambients Noise* merupakan sinyal suara yang tidak diinginkan dan ingin dihilangkan untuk data sinyal yang lebih baik. *Ambient noise* merupakan gelombang seismik alami yang memiliki amplitudo rendah yang berasal dari aktifitas meteorologi seperti gelombang laut, angin, dan sumber gelombang yang berasal dari aktivitas manusia (Suryanto *et al.*, 2017). Pada saat menerima sinyal dari propagasi akustik sering kali sebuah *noise* masuk dalam sinyal, menyebabkan data sinyal yang masuk memiliki nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat akustik kelautan yang mampu melakukan peran mengirim dan menerima sinyal serta mampu melakukan analisa terhadap *noise* yang terdapat di sekitar alat tersebut. Salah satu alat yang mampu melakukan peran itu adalah Akustik Tomografi Pantai yang telah diujicoba di beberapa negara di Asia (Syamsudin *et al.*, 2019; Taniguchi *et al.*, 2010; Yamaoka *et al.*, 2002).

Akustik Tomografi Pantai merupakan salah satu alat yang mampu melakukan transmisi sinyal timbal balik di perairan sempit dimana terdapat lalu lintas kapal yang sangat ramai seperti aktivitas nelayan dan mampu melakukan *mapping* yang berkelanjutan sehingga memudahkan pengamat dalam melakukan pemantauan terhadap kondisi fisik suatu perairan (Park and Kaneko, 2000). Salah satu penelitian dengan menggunakan Akustik Tomografi Pantai adalah penelitian yang dilakukan

Pianto *et al.* (2018), dimana penelitian dilakukan dengan menggunakan alat Akustik Tomografi Pantai sebagai data primer dan alat *Conductivity Temperature Depth (CTD)* sebagai validasi data temperature dari data yang diperoleh, lalu merekonstruksi sebaran suhu berdasarkan perbedaan selisih waktu rambatan akustik dari tiap stasiun ke stasiun lainnya yang menghasilkan data berupa peta sebaran suhu laut di Teluk Balikpapan.

Salah satu keluaran dari hasil pengukuran menggunakan Akustik Tomografi Pantai adalah data dengan format ESN yang merupakan data hasil dari aktivitas pasif sensor Akustik Tomografi Pantai yang hanya menerima sinyal tanpa melakukan transmisi sinyal ke stasiun pasangan, berbeda dengan data RAW yang merupakan data hasil aktivitas aktif dan pasif dari sensor Akustik

Tomografi dengan melakukan proses transmisi yang juga bersamaan dengan proses *receive* sinyal suara dari stasiun pasangan Akustik Tomografi Pantai. Data ESN dapat menunjukkan keadaan lingkungan dimana sensor Tomografi bekerja. Perubahan nilai ESN ditunjukkan dalam nilai standar deviasi, memberikan indikasi kondisi lingkungan yang ekstrem ketika nilai standar deviasi ESN tinggi, dan sebaliknya.

Beberapa fenomena oseanografi yang dapat mempengaruhi lingkungan adalah angin, gelombang laut, dan curah hujan, ketiga fenomena tersebut mampu menciptakan gelembung-gelembung udara di kolom air saat melakukan kontak dengan permukaan laut, gelembung tersebut menciptakan *noise* dengan frekuensi kurang dari 1 KHz. Ketiga fenomena ini terekam dalam sensor Tomografi yang kemudian akan dikeluarkan dalam format ESN yang dapat mengidentifikasi kondisi perairan di tempat sensor tomografi. Penelitian dan penggunaan data *ESN* Akustik Tomografi Pantai jarang dilakukan sehingga perlunya dilakukan sebuah penelitian terkait Akustik Tomografi Pantai menggunakan data *ESN* untuk menganalisis hubungan antara fenomena oseanografi (angin, gelombang laut, dan curah hujan) terhadap data *Environmental Sound Noise* (Cho *et al.*, 2021; Veerriyan dan Rajendran, 2020)

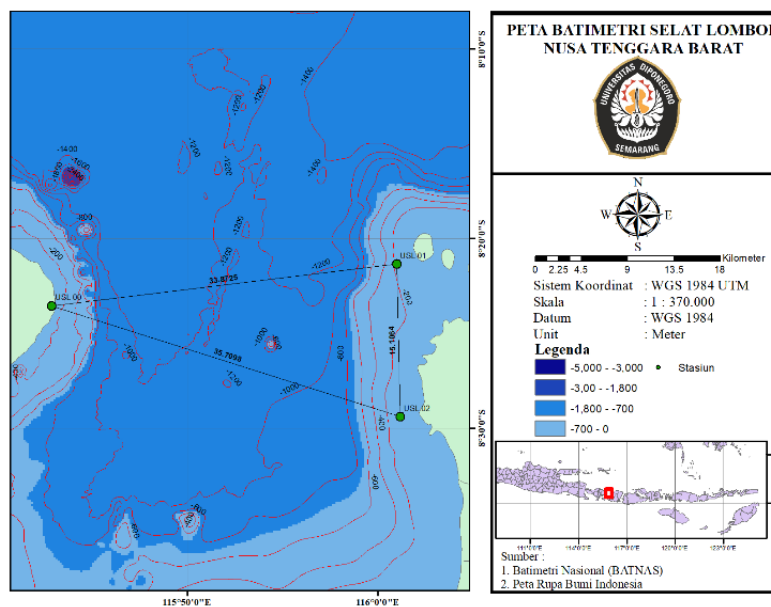
MATERI DAN METODE

Penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data *Environmental Sound Noise* yang berasal dari alat Akustik Tomografi Pantai di Selat Lombok (Gambar 1), pada 3 Stasiun berbeda yang diberi nama USL 00 (terletak di daerah Karang Asem, Bali), USL 01 (Terletak di daerah Gili Trawangan, NTB), dan USL 02 (Terletak di daerah Senggigi, NTB) yang diperoleh dari Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah Badan Riset dan Inovasi Nasional pada bulan Desember 2020 dan Januari 2021. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa data, yaitu data angin dan data tinggi gelombang signifikan yang bersumber dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ERA5 ECMWF)* dengan 2 titik angin yang berada pada koordinat 8.4°LS 115.7°BT dan 8.4°LS 116°BT, data curah hujan yang bersumber dari *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*, dan data batimetri selat lombok yang bersumber dari Batimetri Nasional dan *The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)*.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif karena data penelitian yang digunakan baik data primer maupun data sekunder berupa angka-angka dan hasil perhitungan juga berupa grafik-grafik serta analisis yang didasarkan pada angka-angka hasil perhitungan (Sugiyono, 2009). Data

ESN diolah dengan melakukan ekstraksi data dengan menggunakan bahasa pemrograman berupa MATLAB untuk memperoleh nilai standar deviasi dari ESN yang kemudian dilakukan proses *plotting* dan proses *smoothing* untuk mempermudah visualisasi data, dan dibandingkan dengan data sekunder lainnya seperti data angin, data tinggi gelombang signifikan dan data curah hujan serta analisis *windrose* dari data angin dan analisis regresi terhadap ketiga data tersebut. Pemodelan Gelombang dilakukan sebagai validasi data dengan menggunakan bantuan Perangkat Lunak MIKE 21, dengan menggunakan input berupa data batimetri Selat Lombok, dan data kecepatan Angin Selat Lombok. Kemudian, model yang telah dibuat akan dilakukan ekstraksi tinggi gelombang untuk divalidasi terhadap data ERA 5 ECMWF dengan data hasil model sesuai dengan titik fetch yang telah ditentukan.

Pada stasiun USL 00, nilai *Environmental Sound Noise* di bulan Desember 2020 berkisar antara nilai 50 hingga 90, sedangkan pada bulan Januari 2021 berkisar antara 50 hingga 120 dengan nilai maksimal 128, pada tanggal 16 Januari 2021 terdapat indikasi bahwa alat mengalami kerusakan sehingga mencapai nilai dibawah standar yang seharusnya. Pada stasiun USL 01, nilai *Environmental Sound Noise* di bulan Desember 2020 berkisar antara nilai 55 hingga 140 dengan nilai maksimal mencapai 142, sedangkan pada bulan Januari 2021 nilai *Environmental Sound Noise* berkisar antara 54 hingga 170 tanpa adanya indikasi kerusakan alat. Pada stasiun USL 02, nilai *Environmental Sound Noise* di bulan Desember 2020 berkisar antara nilai 80 hingga 116 dengan nilai maksimum 116.97, sedangkan pada bulan Januari 2021, nilai *Environmental Sound Noise* berkisar antara 80 hingga 130, pada tanggal 29 hingga 31 Januari terdapat indikasi kerusakan sensor yang menyebabkan nilai ESN pada rentang waktu tersebut menjadi sangat kecil dibawah standar yang seharusnya



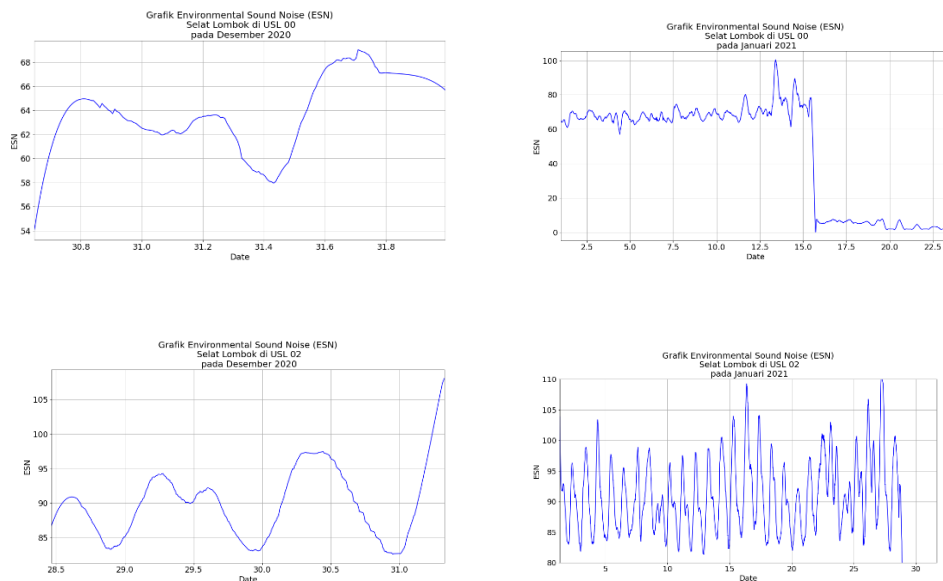
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Tabel Nilai *Environmental Sound Noise*

Stasiun	Bulan & Tahun	Nilai Maksimum	Nilai Minimum
USL 00	Desember 2020	90	51
	Januari 2021	128	50
USL 01	Desember 2020	142	55
	Januari 2021	170	54
USL 02	Desember 2020	117	80
	Januari 2021	130	80

HASIL DAN PEMBAHASAN

Environmental Sound Noise



Gambar 2. Grafik *Time Series Environmental Sound Noise* di Selat Lombok

Adanya perubahan nilai pada ESN mengindikasikan adanya suatu gangguan/*noise*, dimana kemunculannya akan mempengaruhi nilai ESN, baik itu mengurangi maupun menambah nilai ESN, *noise* dapat dikatakan tidak ada apabila nilai ESN selalu konstan pada jangkauan tertentu dan tidak terjadi perubahan nilai yang sangat signifikan, sehingga kemunculan *noise* akan sangat terlihat pada grafik (Singh *et al.*, 2011).

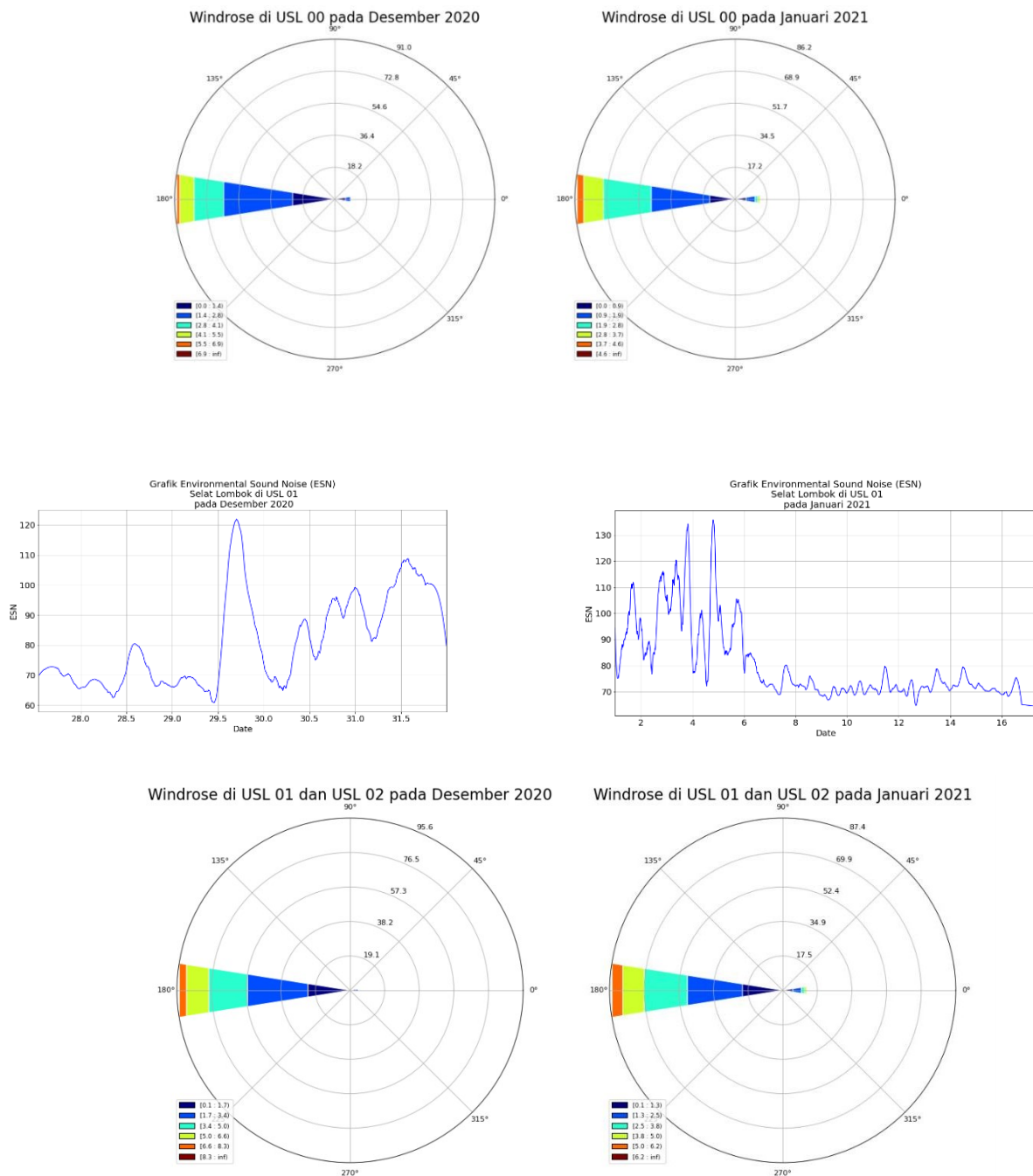
Windrose

Pada data *windrose*, didapatkan bahwa arah dominan yang didapatkan adalah arah timur. Arah dominan yang menuju arah timur menandakan bahwa angin bergerak datang dari arah timur. Afriady, *et al.* (2019), juga berpendapat bahwa hasil pada *windrose*, merupakan arah datang angin paling dominan pada suatu wilayah. Arah datang angin yang dominan dari barat mengindikasikan adanya angin muson barat, hal ini juga berbanding lurus dengan bulan Desember dan bulan Januari yang merupakan waktu dimana musim barat terjadi, dimana matahari berada di bagian bumi selatan sehingga tekanan udara di bagian bumi utara menjadi tinggi dan tekanan udara di bagian bumi selatan menjadi rendah sehingga angin bergerak dari arah perairan benua asia menuju perairan hindia atau selatan perairan Indonesia melalui perairan Indonesia yang membawa massa air dalam jumlah banyak sehingga mempengaruhi musim di Indonesia dan adanya kelompok angin dengan kecepatan sedang (2-4 m/s) dikategorikan sebagai *light breeze* hingga *gentle breeze* menyebabkan adanya indikasi gelombang kecil hingga sedang di sekitar Selat Lombok berdasarkan skala *beaufort* (Hutabarat dan Evans, 1985).

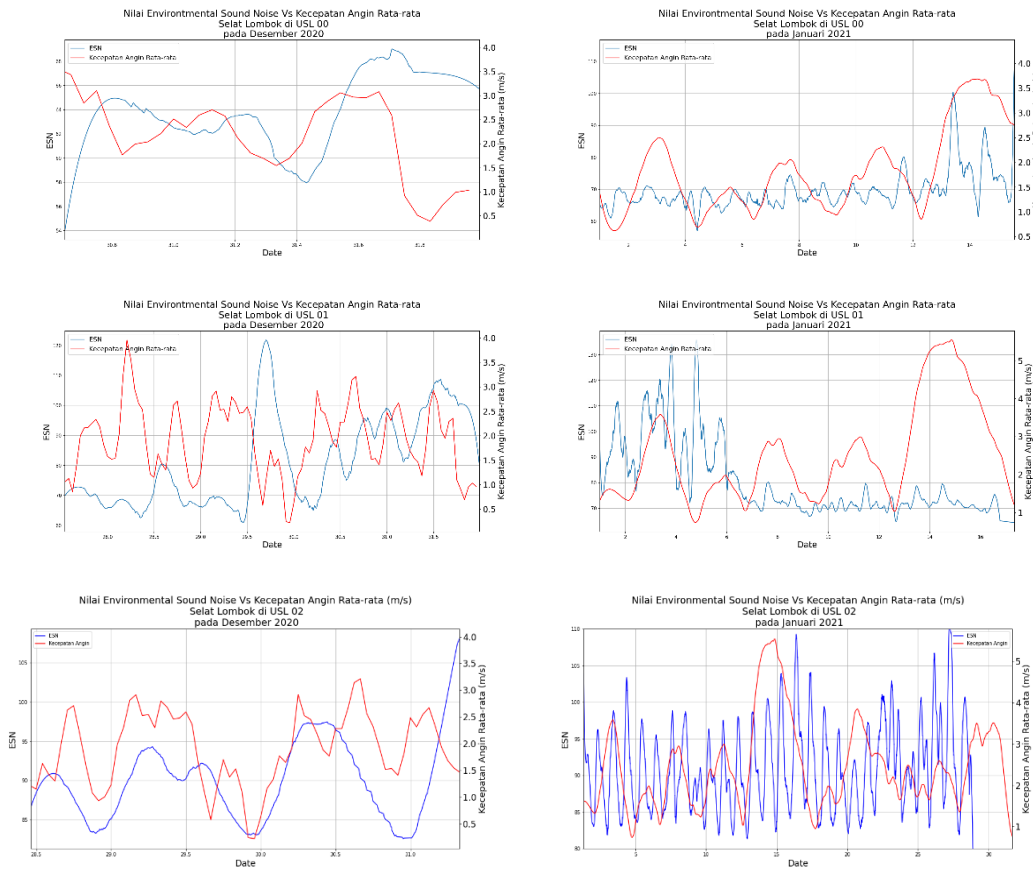
Perbandingan Data *Environmental Sound Noise* Terhadap Kecepatan Angin

Pada grafik perbandingan antara data ESN terhadap kecepatan angin di stasiun USL 00 pada bulan Desember 2020 didapatkan bahwa terdapat hubungan antara nilai ESN terhadap nilai kecepatan angin dimana pada analisis regresi (Gambar 6), didapatkan bahwa kedua variabel memiliki koefisien determinasi sebesar 0.457, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.1908.

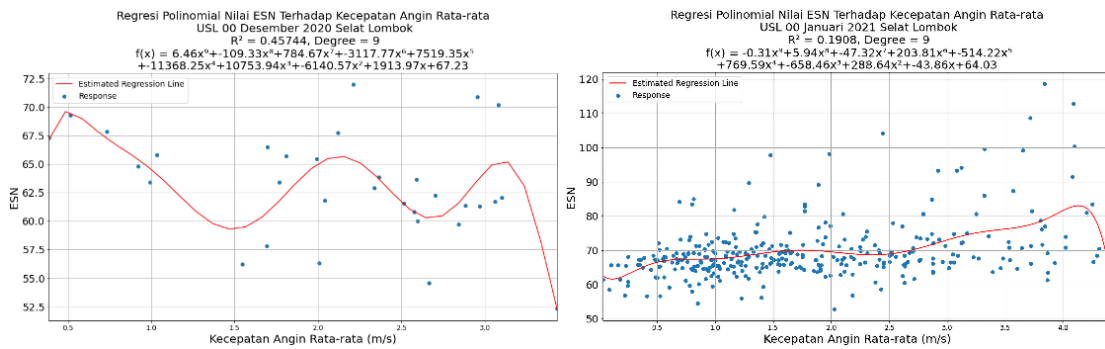
Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan kecepatan angin di stasiun USL 01 (Gambar 7) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0.07, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.04.



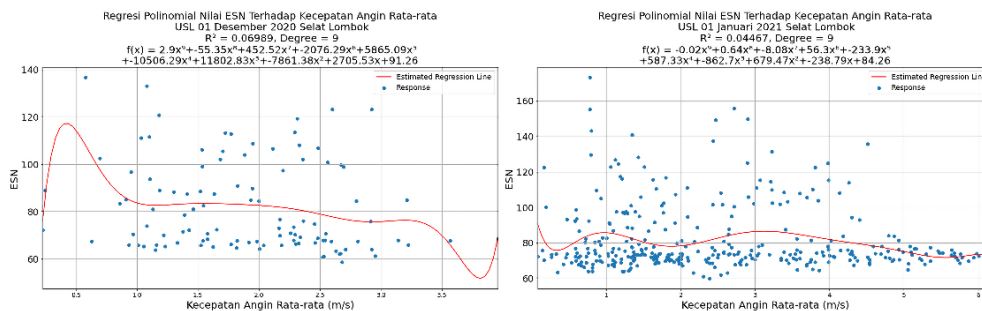
Gambar 3. Windrose pada kedua titik Fetch



Gambar 4. Grafik Perbandingan *Environmental Sound Noise* Terhadap Kecepatan Angin di Selat Lombok



Gambar 7. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Kecepatan Angin di USL 00



Gambar 8. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Kecepatan Angin di USL 01

Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan kecepatan angin di stasiun USL 02 (Gambar 8) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0.1357, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.0226. Pada grafik perbandingan (Gambar 5), terlihat bahwa ESN memiliki hubungan terhadap kecepatan angin, namun nilai koefisien determinasi yang kecil sangat berbeda dari pendapat para ahli, hal ini dapat disebabkan oleh terdapatnya perbedaan antara resolusi ESN dan resolusi data sekunder, serta *noise* lain yang terekam dalam alat, sehingga diperlukan data validasi dalam pengolahan data.

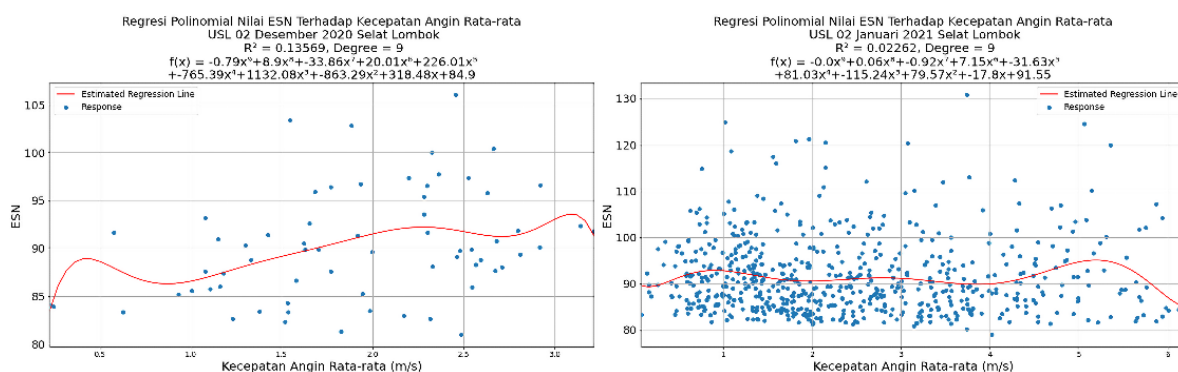
Menurut Cho *et al.* (2021), gelombang angin dapat menciptakan riak-riak kecil serta menciptakan gelembung-gelembung udara yang disalurkan melalui bentuk gelombang permukaan yang mengalami proses pecah ketika mendekati daerah pesisir. Selain faktor alam, aktivitas manusia juga berperan sangat besar terutama pada stasiun USL 02 di Senggigi dimana pada sekitar alat terdapat Rambu Suar sehingga sangat mungkin adanya aktivitas lalu lintas kapal yang mempengaruhi tingkat *noise* di daerah tersebut.

Perbandingan Data Environmental Sound Noise Terhadap Curah Hujan

Grafik perbandingan antara data ESN terhadap curah hujan di stasiun USL 00 pada bulan Desember 2020 didapatkan bahwa terdapat hubungan antara nilai ESN terhadap nilai curah hujan dimana pada analisis regresi (Gambar 10), didapatkan bahwa kedua variabel memiliki koefisien determinasi sebesar 1.0, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,088.

Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan curah hujan di stasiun USL 01 (Gambar 11) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,51, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,013.

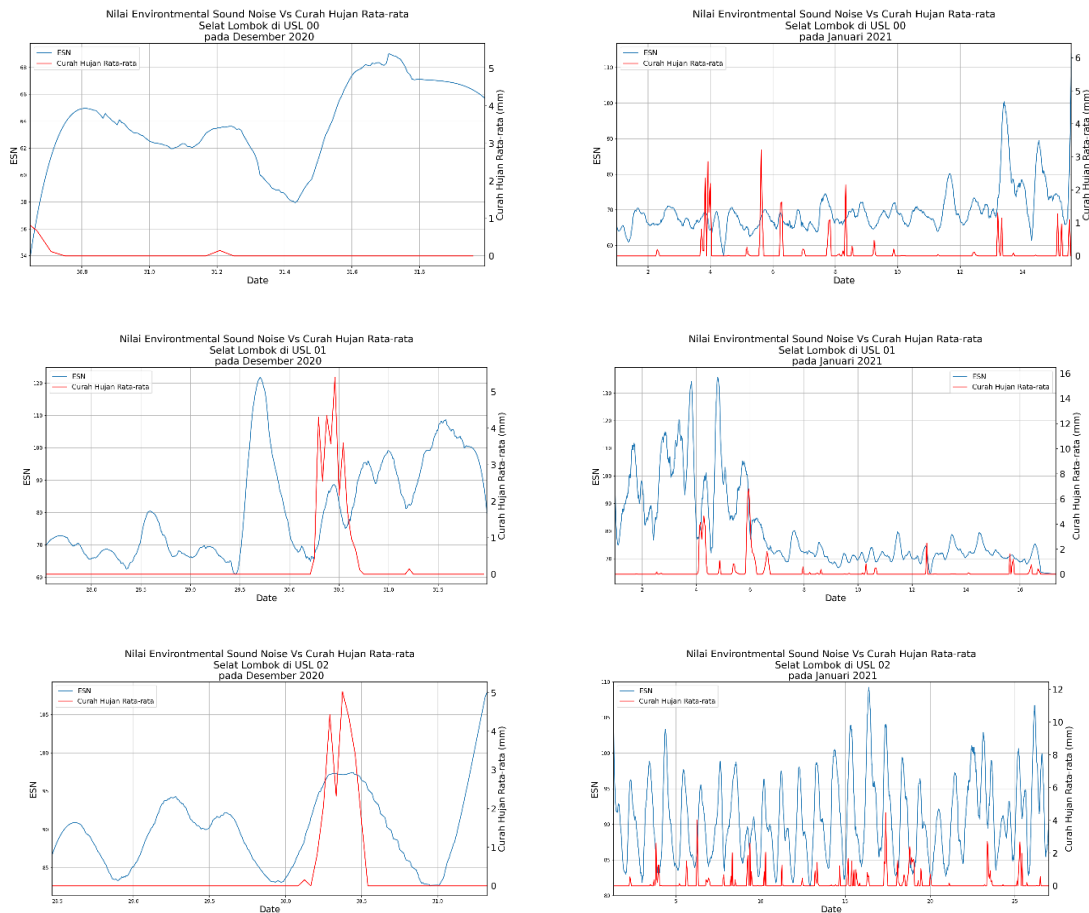
Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan curah hujan di stasiun USL 02 (Gambar 12) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,659, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,0338.



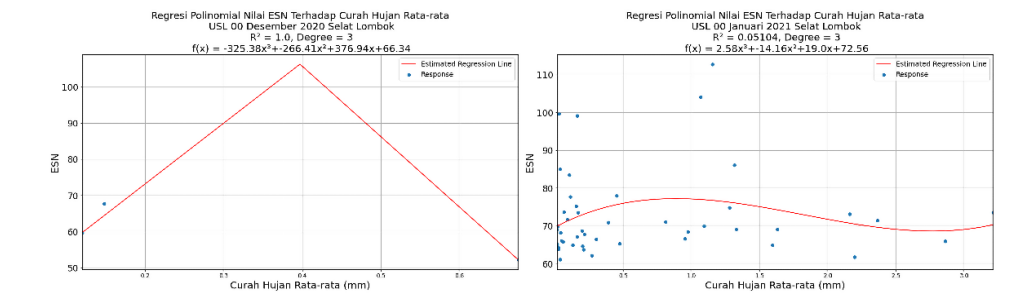
Gambar 9. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Kecepatan Angin di USL 02

Tabel 2. Koefisien Determinasi Regresi Polinomial Nilai ESN Terhadap Kecepatan Angin

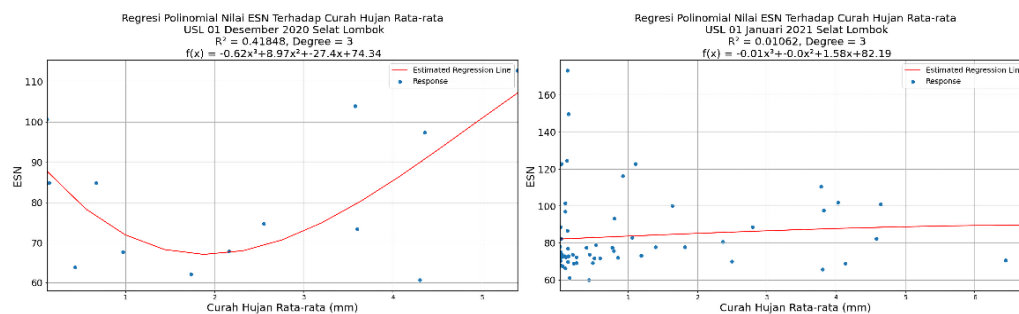
Stasiun	Bulan & Tahun	R ₂
USL 00	Desember 2020	0.457
	Januari 2021	0.1908
USL 01	Desember 2020	0.07
	Januari 2021	0.04
USL 02	Desember 2020	0.1357
	Januari 2021	0.0226



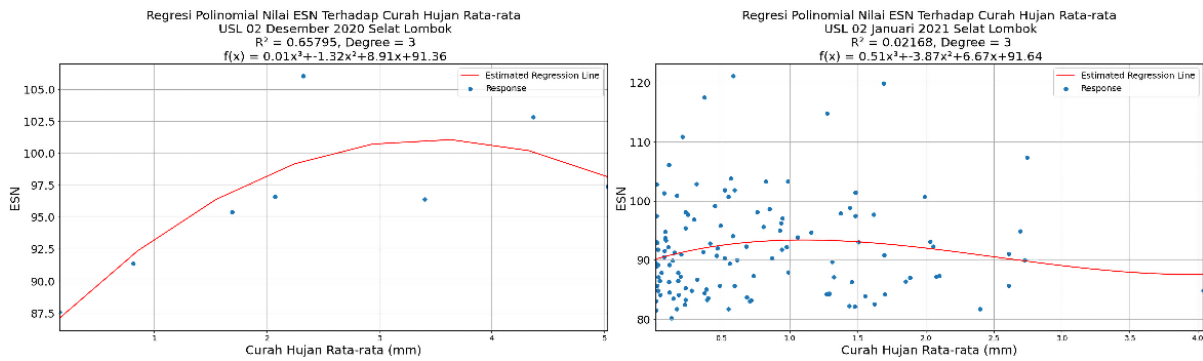
Gambar 10. Grafik Perbandingan *Environmental Sound Noise* Terhadap Curah Hujan di Selat Lombok



Gambar 11. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Curah Hujan di USL 00



Gambar 12. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Curah Hujan di USL 01



Gambar 13. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Curah Hujan di USL 02

Tabel 3. Koefisien Determinasi Regresi Polinomial Nilai ESN Terhadap Curah Hujan

Stasiun	Bulan & Tahun	R ₂
USL 00	Desember 2020	1.0
	Januari 2021	0.088
USL 01	Desember 2020	0.51
	Januari 2021	0.013
USL 02	Desember 2020	0.659
	Januari 2021	0.0338

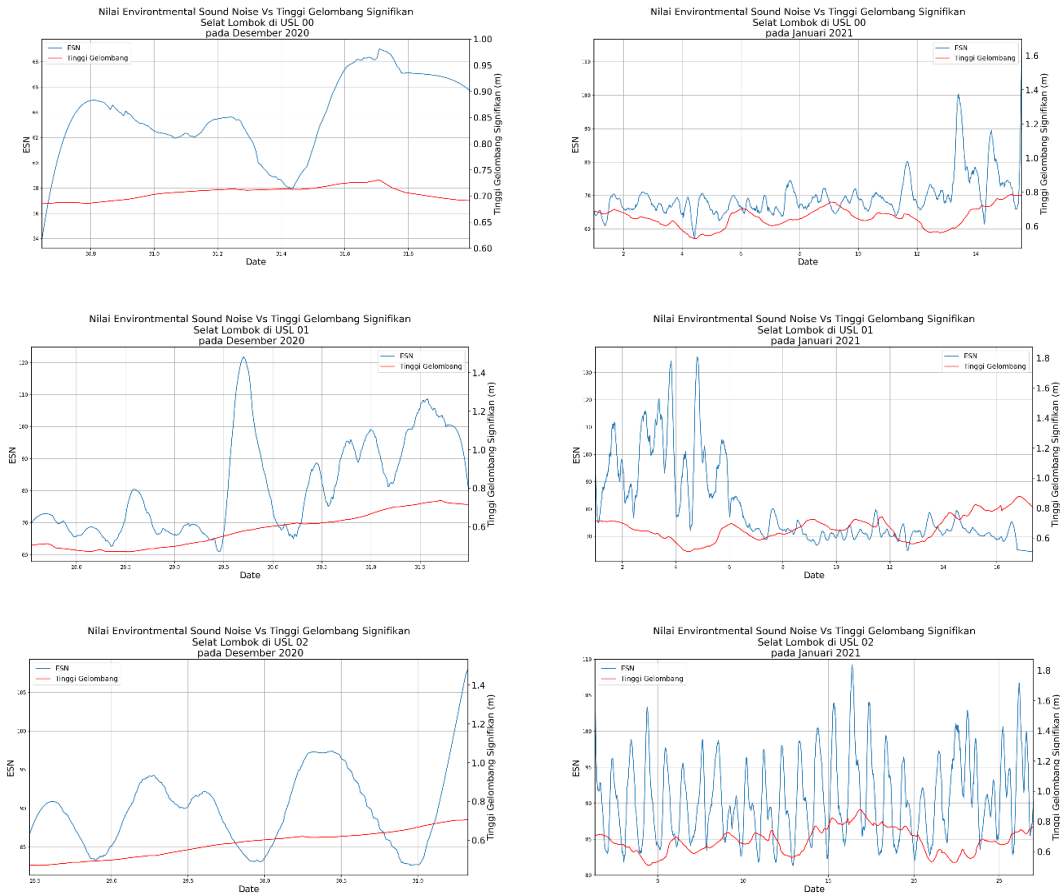
Nilai regresi yang berbeda besar antara bulan Desember dan Januari dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu misalnya adalah masuknya intensitas *noise* lain yang tergabung pada data lebih banyak pada bulan Januari 2021 dibanding Desember 2020, dan perbedaan resolusi antara kedua variabel tentu akan sangat berpengaruh terhadap hubungan kedua variabel sehingga diperlukan data dengan resolusi tinggi dan data validasi, namun dengan kurangnya data *noise floor* sebagai data validasi, menyebabkan proses identifikasi menjadi sulit untuk dilakukan, *noise* yang berasal dari sumber daya bawah laut seperti hewan laut dengan frekuensi suara yang besar maupun lalu lintas pelayaran seperti aktivitas wisata bahari maupun nelayan juga merupakan salah satu faktor *noise* yang menyebabkan perubahan nilai ESN (Veeriyand dan Rajendran, 2020).

Perbandingan Data Environmental Sound Noise Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan

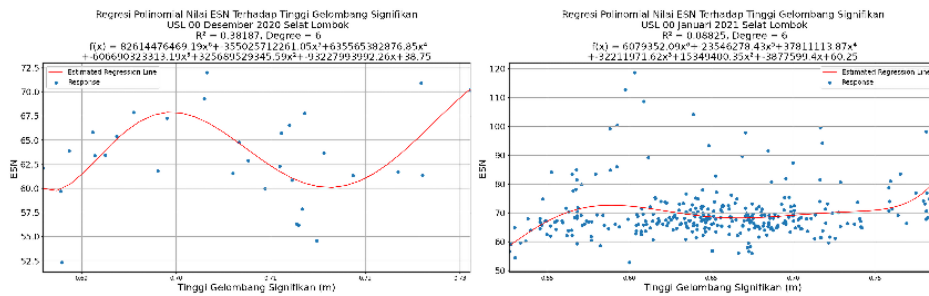
Pada grafik perbandingan antara data ESN terhadap tinggi gelombang signifikan di stasiun USL 00 pada bulan Desember 2020, pada analisis regresi (Gambar 15), didapatkan bahwa kedua variabel memiliki koefisien determinasi sebesar 0,381, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,088.

Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan tinggi gelombang signifikan di stasiun USL 01 (Gambar 16) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,38, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,115.

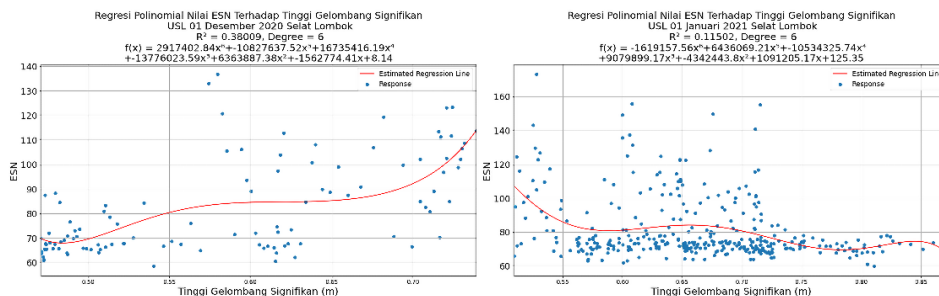
Pada grafik perbandingan antara nilai ESN dan tinggi gelombang signifikan di stasiun USL 02 (Gambar 17) pada bulan Desember 2020, didapatkan bahwa kedua variabel memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,35, sedangkan pada bulan Januari 2021 didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,043. Sedangkan, pada validasi nilai tinggi gelombang signifikan terhadap hasil model tinggi gelombang di selat Lombok menunjukkan bahwa nilai RMSE mencapai sekitar 0,75 m pada titik USL 00 dan 0,78 m di titik USL 01 dan USL 02.



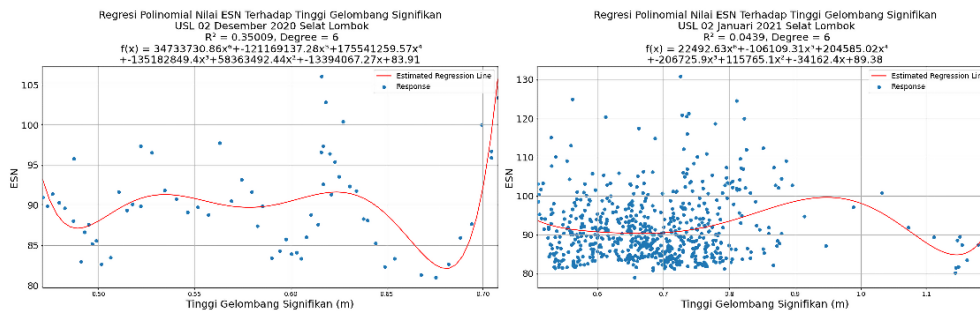
Gambar 14. Grafik Perbandingan *Environmental Sound Noise* Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan di Selat Lombok



Gambar 15. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan di USL 00



Gambar 16. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan di USL 01



Gambar 17. Analisis Regresi Nilai ESN Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan di USL 02

Tabel 4. Koefisien Determinasi Regresi Polinomial Nilai ESN Terhadap Tinggi Gelombang Signifikan

Stasiun	Bulan & Tahun	R ₂
USL 00	Desember 2020	0.381
	Januari 2021	0.088
USL 01	Desember 2020	0.38
	Januari 2021	0.115
USL 02	Desember 2020	0.35
	Januari 2021	0.043

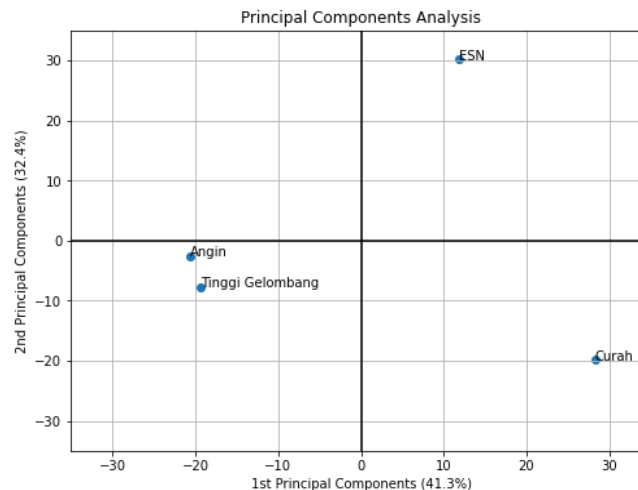
Tabel 4. Tabel Validasi Gelombang

	USL 00	USL 01 dan USL 02
RMSE	0.754089	0.7869
MSE	0.568	0.619

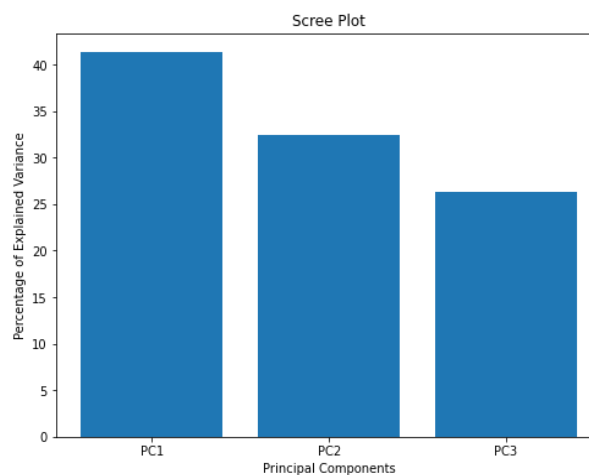
Nilai koefisien determinan yang berada dibawah nilai yang cukup untuk menyatakan hubungan kedua variabel antara ESN dan tinggi gelombang signifikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti misalnya adanya *noise* lain yang tidak diinginkan namun masih masuk ke dalam data, hal ini juga sependapat dengan Veeriyen dan Rajendran (2020) yang berpendapat bahwa *residual noise* yang berasal dari faktor lain akan tetap ada dalam data noise sekalipun *noise* yang tidak diinginkan telah dihilangkan. Hal ini menyebabkan perlunya suatu data validasi untuk kondisi di perairan selat Lombok seperti data *noise floor*, namun kurangnya data tersebut menyebabkan identifikasi sulit untuk dilakukan. Namun, Niu *et al.*, (2021), mengatakan bahwa gelombang permukaan yang dihasilkan oleh angin merupakan salah satu kontributor *noise* yang besar khususnya di perairan yang dangkal.

Hubungan Antar Variabel Terhadap ESN

Untuk melihat hubungan seluruh variabel diperlukan analisis komponen utama (*Principal Components Analysis*), yang merupakan suatu metode untuk mereduksi suatu set data dengan dimensi yang besar tanpa mengubah struktur dalam set data tersebut (Santosa, 2007 dalam Saepurohman dan Putro, 2019). Hubungan antar variabel tersebut dapat terlihat pada gambar dibawah ini yang merupakan grafik *Principal Components Analysis* dan *Scree Plot* yang merupakan plot antara nilai eigen dengan banyaknya komponen yang terbentuk Berdasarkan hasil *Scree Plot* (Gambar 18), didapatkan bahwa nilai dari komponen 1 memiliki varian sebesar 41.3 %, komponen 2 memiliki varian sebesar 32.4%, dan komponen 3 memiliki varian sebesar 26.3 %. Hal ini mengindikasikan bahwa hampir tidak terdapat korelasi pada Gambar 92, dikarenakan jarak antar variabel pada gambar terlihat cukup jauh, sedangkan angin dan tinggi gelombang memiliki jarak yang relatif dekat, namun berdasarkan *1st Principal Components*, dapat terlihat bahwa curah hujan merupakan variabel yang paling mempengaruhi ESN dibandingkan dengan variabel lainnya. Veeriyen dan Rajendra (2020), juga berpendapat bahwa hujan merupakan salah satu kontributor terbesar *noise* yang ada di perairan. Terdapatnya perbedaan pada hasil analisis disebabkan oleh beberapa faktor yang sudah dijelaskan sebelumnya, seperti



Gambar 18. *Principal Components Analysis*



Gambar 19. *Scree Plot*

kurangnya *noise floor* data untuk membedakan noise-noise lain yang bisa masuk pada data sehingga diperlukan data observasi secara langsung serta *noise floor* sebagai data pendukung untuk menghasilkan validasi yang lebih baik, hingga resolusi spasial yang berbeda antara data ESN dan variabel sekunder. Disamping itu, dari sekian banyak *noise* yang masuk pada transduser, faktor angin sebagai sumber *noise* di laut yang khususnya berada di perairan dangkal hingga menengah menurut Cho, *et al.* (2021), merupakan salah satu sumber besar penghasil *noise* dimana interaksi antara angin dan permukaan laut akan menciptakan gelombang yang kemudian akan mengalami proses gelombang pecah (Triatmodjo, 1999), yang kemudian pada proses tersebut akan terbentuk gelembung-gelembung di kolom air yang mempengaruhi noise pada frekuensi band kurang dari 1 KHz, sama halnya dengan hujan dan gelombang laut namun pada frekuensi band yang berbeda (Cho, *et al.*, 2021; (Ashokan, *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Hubungan antara nilai ESN terhadap variabel sekunder menunjukkan hubungan yang tidak erat, hal ini disebabkan oleh banyak faktor salah satunya adalah faktor resolusi spasial, dengan hujan merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap nilai ESN. Sangat diperlukan sebuah data validasi seperti *noise floor* dalam melakukan pengolahan data ESN terhadap variabel sekunder untuk mengelompokkan variabel sekunder berdasarkan frekuensi tertentu untuk menghasilkan data yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida, R.F., W.S Pranowo, Y.Pratomo & E.A. Kisnarti. 2015. Identifikasi Komponen Harmonik di Selat Lombok berdasarkan Data Arus Time Series. *J. Depik*, 4(1): 24-32.
- Afriady, A., T. M. Alam, dan M. F. A. Ismail. 2019. Pemanfaatan Data Angin untuk Karakteristik Gelombang Laut di Perairan Natuna Berdasarkan Data Angin Tahun 2009-2018. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(2): 55-60.
- Ashokan, M., G. Latha, R. Ramesh, and A. Thirunavukkarasu. 2015. Analysis of Underwater Rain Noise From Shallow Water Ambient Noise Measurements in Indian Sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 20(10): 1-6.
- Carey, W.M., & R. B. Evans. 2011. *Ocean Ambient Noise: Measurement and Theory*. Springer, New York.
- Cho, S., S. Kim, D. Kang, J. Park. 2021. Wind-dependent Ambient Noise Estimation in Shallow Water Using Wind Speed Data. *Ocean Engineering*, 223: 1-7.
- Harsono, Gentio. 2020. Hidrografi Berbasis Ekonomi Biru: Sepilihan Esai-Esai. Penerbit Pandiva Buku, Yogyakarta.
- Hutabarat, S. & Evans, SM.1985. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Niu, F., Xue, R., Yang, Y., Chen, B., Ruan, H., & Luo, K. 2021. Baseline assessment of ocean ambient noise in the western Clarion Clipperton Zone, Pacific Ocean. *Mar. Pollut. Bull.*, 173(Pt B):113057. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.113057. PMID: 34673428.
- Park, J.H., & Kaneko, A. 2000. Assimilation of Coastal Acoustic Tomography Data Into a Barotropic Ocean Model. *Geophysical Research Letters*, 27(20): 3373-3376.
- Pianto, T.A., Manik, H. M. & Jaya, I. 2019. Pemetaan Suhu Laut di Perairan Teluk Balikpapan Menggunakan Teknologi Akustik Tomografi Pantai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*, 11(1): 25-36.
- Saepurrohman, P. & Putro, B.E. 2019. Analisis Principal Components Analysis Untuk Mereduksi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Kulit Kikil Sapi. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, Surakarta.
- Santosa, B. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sarjan, A.F.N, Zulfakriza, Z., Nugraha, A.D., Rosalia, S., Wei, S., Widiyantoro, S., Cummins, P.R., Muzli, M., Sahara, D.P., Puspito, N.T., Priyono, A. & Afif, H. 2021. Delineation of Upper Crustal Structure Beneath the Island of Lombok, Indonesia, Using Ambient Seismic Noise Tomography. *Front. Earth Sci.* 9:560428. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.560428>.
- Singh, A.P., Rai, A, & Rai, S.S. 2011. Ambient Noise Tomography of The Central India. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(5): 2068-2075.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Suryanto, W., Metaxian, J., Anggraini, A., Irwandhono, F., & Beauducel, F. 2017. Crustal Structure of South Yogyakarta Area Revealed By Spatial Auto-Correlation and Ambient Noise Tomography. Conference: IASPEI SymposiaAt: Kobe japan.
- Syamsudin, F., Taniguchi, N., Zhang, C.A., Hanifa, D., Li, G., Chen, M., Mutsuda, H., Zhu, Z., Zhu, X., Nagai, T. & Kaneko, A. 2019. Observing Internal Solitary Waves in The Lombok Strait by Coastal Tomography Acoustic. *Geophysical Research Letters*, 100, 10,475-10,483, <https://doi.org/10.1029/2019GL084595>.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Veerian, V. B. & Rajendra V. 2020. Underwater Ambient Noise. *Acoustics of Materials*: 1-9.
- Yamoaka, H., Kaneko, A., Park, J.H., Zheng, H., Gohda, N., Takano, T., Zhu, X. & Takasugi, Y. 2002. Coastal Acoustic Tomography System and Its Field Application. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 27(2): 283-295.